

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
1 juillet 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/055549 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ : G01T 1/20

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2003/051016

(22) Date de dépôt international :

16 décembre 2003 (16.12.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

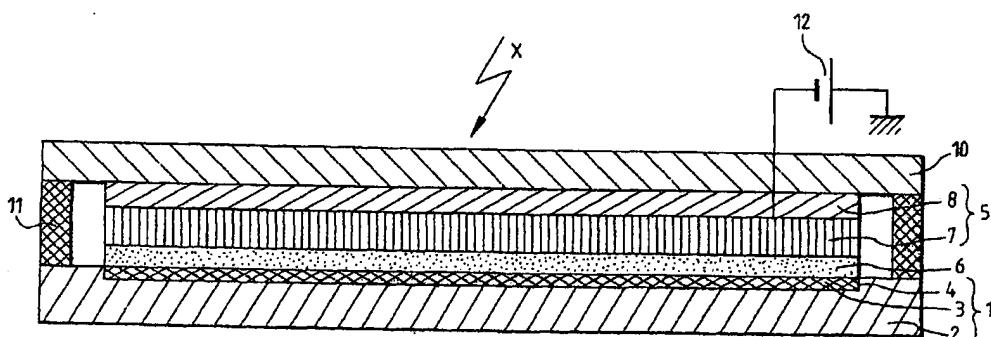
(30) Données relatives à la priorité :
02/15995 17 décembre 2002 (17.12.2002) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
TRIXELL S.A.S. [FR/FR]; Z.I. CENTR'ALP, F-38430
MOIRANS (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : MONIN,
Didier [FR/FR]; THALES Intellectual Property, 31-33
AVENUE ARISTIDE BRIAND, F-94117 ARCUEIL
(FR). COMMERE, Bruno [FR/FR]; THALES Intellectual
Property, 31-33 AVENUE ARISTIDE BRIAND,
F-94117 ARCUEIL (FR). VIEUX, Gérard [FR/FR];
THALES Intellectual Property, 31-33 AVENUE ARIS-
TIDE BRIAND, F-94117 ARCUEIL (FR).(74) Mandataires : COLLET, Alain etc.; THALES INTEL-
LECTUAL PROPERTY, 31-33, Avenue Aristide Briand,
F-94117 ARCUEIL CEDEX (FR).

(54) Title: SOLID-STATE X-RAY DETECTOR

(54) Titre : DÉTECTEUR DE RAYONNEMENT X À L'ÉTAT SOLIDE



(57) Abstract: The invention concerns a solid-state x-ray detector comprising a photosensitive sensor (1) associated with a radiation converter (5) or scintillator. The radiation detector comprises an input window (8, 9) traversed by the X radiation upstream of the scintillator (5), and means for applying an electric voltage between the input window (8, 9) and the photosensitive sensor.

WO 2004/055549 A1

(57) Abrégé : La présente invention concerne un détecteur de rayonnement X à l'état solide comportant un capteur photosensible (1) associé à un convertisseur de rayonnement (5) ou scintillateur. Le détecteur de rayonnement comporte une fenêtre d'entrée (8, 9) traversée par le rayonnement X en amont du scintillateur (5), et des moyens pour appliquer une tension électrique entre la fenêtre d'entrée (8, 9) et le capteur photosensible.

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TI, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont requises

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Détecteur de rayonnement X à l'état solide

La présente invention concerne un détecteur de rayonnement X à l'état solide comportant un capteur photosensible associé à un convertisseur de rayonnement. Les domaines d'application de ce type de détecteur sont notamment la radiologie : radiographie, fluoroscopie, mammographie, mais également le contrôle non destructif.

De tels détecteurs de rayonnement sont connus par exemple par le brevet français FR 2 605 166 dans lequel un capteur photosensible formé de photodiodes en silicium amorphe est associé à un convertisseur de rayonnement.

Le fonctionnement et la structure d'un tel détecteur de rayonnement vont être rappelés succinctement.

Le capteur photosensible est généralement réalisé à partir d'éléments photosensibles à l'état solide arrangés en matrice. Les éléments photosensibles sont réalisés à partir de matériaux semi-conducteurs, le plus souvent du silicium mono cristallin pour les capteurs de type CCD ou CMOS, du silicium poly cristallin ou amorphe. Un élément photosensible comporte au moins une photodiode, un phototransistor ou une photo résistance. Ces éléments sont déposés sur un substrat, généralement une dalle de verre.

Ces éléments ne sont généralement pas sensibles directement aux rayonnements de longueurs d'ondes très courtes comme le sont les rayons X ou gamma. C'est pourquoi, on associe le capteur photosensible à un convertisseur de rayonnement qui comporte une couche d'une substance scintillatrice. Cette substance a la propriété, lorsqu'elle est excitée par de tels rayonnements, d'émettre un rayonnement de longueur d'onde supérieure, par exemple de la lumière visible ou proche du visible, auquel est sensible le capteur. La lumière émise par le convertisseur de rayonnement illumine les éléments photosensibles du capteur qui effectuent une conversion photoélectrique et délivrent des signaux électriques exploitables par des circuits appropriés. Le convertisseur de rayonnement sera appelé scintillateur dans la suite de la description.

Certaines substances scintillatrices de la famille des halogénures alcalins ou des oxysulfures de terres rares sont fréquemment employées pour leurs bonnes performances.

Parmi les halogénures alcalins, l'iodure de césum dopé au sodium ou au thallium selon que l'on souhaite une émission vers 400 nanomètres ou vers 550 nanomètres respectivement, est connu pour sa forte absorption des rayons X et pour son excellent rendement de fluorescence. Il

5 se présente sous la forme de fines aiguilles que l'on fait croître sur un support. Ces aiguilles sont sensiblement perpendiculaires à ce support et elles confinent en partie la lumière émise vers le capteur. Leur finesse conditionne la résolution du détecteur. Les oxysulfures de lanthane et de gadolinium sont aussi très employés pour les mêmes raisons.

10 Mais parmi ces substances scintillatrices, certaines ont comme inconvénient d'être peu stables, elles se décomposent partiellement lorsqu'elles sont exposées à l'humidité et leur décomposition libère des espèces chimiques qui migrent soit vers le capteur soit à l'opposé du capteur. Ces espèces sont très corrosives. L'iodure de césum et l'oxysulfure
15 de lanthane ont notamment cet inconvénient.

En ce qui concerne l'iodure de césum, sa décomposition donne de l'hydroxyde de césum $Cs^+ OH^-$ et de l'iode libre I_2 qui peut ensuite se combiner avec des ions iodures pour donner le complexe I_3^- .

20 En ce qui concerne l'oxysulfure de lanthane sa décomposition donne du sulfure d'hydrogène H_2S chimiquement très agressif.

La dégradation de la substance scintillatrice peut notamment être responsable de l'apparition de courants de fuite dans la structure matricielle de photodétection, courants de fuite qui peuvent générer des altérations visibles et de surcroît évolutives de l'image produite par le détecteur.

25 L'humidité est extrêmement difficile à supprimer. L'air ambiant, ainsi que la colle utilisée pour l'assemblage du détecteur, en contiennent toujours. La présence d'humidité dans la colle est due soit à l'air ambiant, soit à la polymérisation si celle-ci résulte de la condensation de deux espèces chimiques, ce qui est fréquent.

30 Un des aspects importants lors de la réalisation de ces détecteurs sera de minimiser la quantité d'humidité présente initialement à l'intérieur du détecteur, et en contact avec le scintillateur, et d'éviter la diffusion de cette humidité à l'intérieur du capteur lors de son fonctionnement.

35 Les détecteurs de rayonnement comportent une fenêtre d'entrée traversée par le rayonnement X en amont du scintillateur. Par ailleurs, la

substance scintillatrice est généralement déposée sur un support métallique. Le support et la substance scintillatrice forment alors le scintillateur. De plus, il est connu d'utiliser le support comme fenêtre d'entrée.

Lorsque la substance scintillatrice est déposée directement sur la 5 fenêtre d'entrée pour former le scintillateur qui est ensuite rapporté sur le capteur, la fenêtre d'entrée doit supporter sans dommage les contraintes thermiques du dépôt et du traitement du scintillateur et posséder préférentiellement un coefficient de dilatation du même ordre de grandeur que celui du scintillateur et que celui du capteur, plus particulièrement celui 10 de son substrat. On peut aussi prévoir que la fenêtre ait un module d'élasticité faible, ce qui permet de supprimer des contraintes différentielles entre d'une part la fenêtre et le scintillateur et d'autre part la fenêtre et le capteur, ou plus particulièrement le substrat du capteur. On supprime ainsi 15 les risques de craquèlement du scintillateur et de bris du substrat du capteur.

On a également cherché à séparer les fonctions de fenêtre d'entrée et de support du scintillateur en ajoutant une fenêtre d'entrée additionnelle n'assurant que la fonction d'étanchéité du détecteur. Les 20 contraintes auxquelles était soumis le support du scintillateur sont alors réparties entre le support et la fenêtre d'entrée additionnelle. Le support du scintillateur reste soumis aux mêmes contraintes de réflectivité et d'état de surface pour le dépôt de scintillateur que dans l'état de l'art. Par contre, il 25 n'est plus soumis aux contraintes d'étanchéité et de support du joint de scellement. Ces contraintes sont reportées sur la fenêtre d'entrée additionnelle. Une telle réalisation est décrite dans la demande de brevet FR 01-13899 déposée le 26 octobre 2001 au nom de la demanderesse.

Ces précautions pour améliorer l'étanchéité du détecteur ne suffisent pas pour stopper complètement la décomposition des substances scintillatrices. On s'est rendu compte que la migration d'espèces ioniques 30 était favorisée par l'existence d'un champ électrique induit entre la matrice d'éléments photosensibles et le substrat du scintillateur lors du fonctionnement du détecteur.

L'invention a pour but de limiter la décomposition des substances scintillatrices. A cet effet l'invention a pour objet un détecteur de 35 rayonnement X à l'état solide comportant un capteur photosensible, un scintillateur transformant le rayonnement X en un rayonnement auquel le

capteur est sensible, le détecteur comportant des moyens pour annuler le champ électrique induit entre la matrice d'éléments photosensibles et le substrat du scintillateur lors du fonctionnement du détecteur.

En d'autres termes, l'invention a pour objet un détecteur de 5 rayonnement X à l'état solide comportant un capteur photosensible, un scintillateur transformant le rayonnement X en un rayonnement auquel le capteur est sensible, et une fenêtre d'entrée traversée par le rayonnement X en amont du scintillateur, caractérisé en ce que le détecteur comporte des moyens pour appliquer une tension électrique entre la fenêtre d'entrée et le 10 capteur photosensible.

L'invention peut être mise en œuvre dans deux configurations d'assemblage du scintillateur et du capteur.

Dans une première configuration, dite du scintillateur rapporté, la 15 substance scintillatrice est déposée sur un support que le rayonnement à détecter doit traverser avant d'atteindre le capteur. Le support forme la fenêtre d'entrée du détecteur. L'ensemble est alors collé sur le capteur.

Dans une seconde configuration, dite du dépôt direct, le capteur 20 sert de support à la substance scintillatrice qui est alors en contact direct et intime avec le capteur. La substance scintillatrice est ensuite recouverte d'une feuille de protection formant la fenêtre d'entrée du détecteur. Les deux configurations présentent chacune des avantages et des inconvénients.

La première configuration permet d'optimiser séparément le scintillateur et le capteur. Le scintillateur peut alors recevoir des traitements thermiques, même si ceux-ci sont incompatibles avec le capteur. Pour 25 déposer de l'iodure de césium, on l'évapore par chauffage et il se dépose sur le support en se condensant. On effectue ensuite une opération de recuit à environ 300°C pour atteindre un optimum de rendement de fluorescence. Lorsque la substance scintillatrice est déposée directement sur le capteur dans la seconde configuration, dite du dépôt direct, il faut faire un compromis 30 sur la température de recuit pour ne pas endommager le capteur.

Un autre avantage de la première configuration est que le capteur et le scintillateur ne sont assemblés que s'ils ont été testés avec succès ce qui permet d'améliorer le rendement global de fabrication. La première configuration permet une meilleure gestion des flux de production en 35 réalisant la fabrication séparée des deux éléments que sont le scintillateur

avec son support d'une part, et le capteur d'autre part. Dans la seconde configuration, dite du dépôt direct, chaque fois que le scintillateur est défectueux, le capteur est mis au rebut car on ne se risque pas à tenter de le recycler. Le coût du support tel que décrit dans la première configuration est 5 inférieur à celui du capteur servant de support à la substance scintillatrice dans la seconde configuration. On fera ainsi face à une moindre perte dans le cas d'un dépôt de substance scintillatrice déficiente qui pousserait à l'élimination du scintillateur et de son support.

Dans la première configuration, l'épaisseur de colle pour 10 l'assemblage apporte quelques pertes en termes de résolution spatiale du détecteur de rayonnement X et de collection de lumière. Le dépôt direct du scintillateur sur le capteur offre au contraire les meilleures conditions de couplage optique.

Enfin, la première configuration peut s'appliquer à des éléments 15 photosensibles constitués d'ensembles de plusieurs éléments raboutés, tels que par exemple décrits dans les brevets français publiés sous les numéros FR 2 758 654 et FR 2 758 656. La seconde configuration ne peut pas s'appliquer à de tels ensembles photosensibles constitués d'ensembles de plusieurs éléments raboutés, du fait de la mauvaise stabilité dimensionnelle 20 de tels ensembles à une température de 300°C, laquelle température est nécessaire à la mise en œuvre de la substance scintillatrice après son dépôt sur son support.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et 25 avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée de plusieurs modes de réalisation de l'invention, modes donnés à titre d'exemple. La description est illustrée par le dessin joint dans lequel :

la figure 1 représente un détecteur de radiologie selon la première configuration ;

la figure 2 représente un détecteur de radiologie selon la seconde 30 configuration ;

les figures 3a et 3b représentent un exemple de connexion de la fenêtre d'entrée au travers de la fenêtre additionnelle ;

les figures 4a et 4b représentent un exemple de connexion de la fenêtre d'entrée au travers d'un joint de scellement ;

les figures 5a et 5b représentent un exemple de connexion de la fenêtre d'entrée par un substrat du capteur photosensible.

Sur ces figures, les échelles ne sont pas respectées dans un souci de clarté.

5 La première configuration, dite du scintillateur rapporté, est représentée sur la figure 1. Le capteur de rayonnement porte la référence 1. Il comporte un substrat 2, en principe une dalle en verre, supportant des éléments photosensibles 3. Chaque élément photosensible 3 est monté entre un conducteur de ligne et un conducteur de colonne de manière à 10 pouvoir être adressé. Les conducteurs ne sont pas visibles sur la figure dans un but de simplification. Les éléments photosensibles 3 et les conducteurs sont généralement recouverts d'une couche de passivation 4 destinée à les protéger de l'humidité.

15 Dans cette configuration, le capteur 1 coopère avec un scintillateur 5 qui dans l'exemple est couplé optiquement au capteur 1 avec de la colle optique 6. Le scintillateur 5 comporte une couche de substance scintillatrice 7, représentée avec une structure en aiguilles, déposée sur un support 8. Le support 8 porte ainsi la substance scintillatrice 7. La substance scintillatrice 7 appartient par exemple à la famille des halogénures alcalins tel 20 l'iodure de césum qui est particulièrement sensible à l'oxydation humide, mais elle pourrait également appartenir à la famille des oxysulfures de terres rares dont certains membres sont également peu stables comme l'oxysulfure de lanthane. Le support 8 forme la fenêtre d'entrée du détecteur.

25 Dans la seconde configuration, représentée sur la figure 2, configuration dite du dépôt direct, au lieu de déposer la substance scintillatrice 7 sur le support 8 et de rapporter cet ensemble formant le scintillateur 5 sur le capteur 1, comme l'illustre la figure 1, la substance scintillatrice 7 est déposée directement sur le capteur 1 et une feuille 9 recouvre la substance scintillatrice 7. La feuille 9 sert à la protection de la 30 substance scintillatrice 7 et forme la fenêtre d'entrée du détecteur. Par souci de simplicité, dans la seconde configuration, l'ensemble formé par la substance scintillatrice 7 et la feuille 9 portera le repère 5 et sera dénommée scintillateur comme dans la première configuration.

35 Dans les détecteurs de rayonnement X représentés sur les figures 1 et 2, une fenêtre d'entrée additionnelle 10 est posée sur le scintillateur 5

sans être fixée sur lui. Un joint de scellement 11 étanche fixe la fenêtre d'entrée 10 au capteur 1 ou plus précisément à son substrat 2.

Selon l'invention, on applique une tension électrique 12 entre la fenêtre d'entrée 8 ou 9 selon la configuration retenue et le capteur 5 photosensible 1.

Lors du fonctionnement du détecteur, des charges électriques positives s'accumulent, par exemple, au niveau des éléments photosensibles 3 et tendent à créer un champ électrique dirigé de la fenêtre d'entrée 8 ou 9 vers le capteur photosensible 1. Par application de la tension électrique 12, 10 on tend idéalement à annuler ce champs électrique. On peut éventuellement moduler la tension électrique 12 de façon à créer un champ électrique non nul dirigé du capteur photosensible 1 vers la fenêtre d'entrée 8 ou 9. En effet, le capteur photosensible comporte généralement des jonctions P-N appartenant à des photodiodes ou à des phototransistors sensibles à des 15 photons émis par le scintillateur 5. L'accumulation de charges positives au niveau des jonctions P-N tend à modifier les zones de désertion des jonctions PN et, par conséquent, à augmenter les courants de fuites du capteur 1 et donc à réduire sa sensibilité.

L'application de la tension électrique 12 sur la fenêtre d'entrée 8 20 ou 9 permet de réduire la migration d'espèces ioniques issues de la décomposition du scintillateur 5 vers le capteur 1.

L'application de la tension électrique 12 présente un autre avantage. En effet, le détecteur et notamment le capteur 1 fonctionnent à haute impédance et sont donc facilement perturbables par des influences 25 électromagnétiques internes ou externes. La fenêtre d'entrée 8 ou 9, lorsqu'une tension lui est appliquée, forme un écran vis-à-vis des influences électromagnétiques et protège donc le détecteur.

La mise en œuvre de l'invention est d'une grande simplicité. En effet, le détecteur est commandé par un circuit électronique, non représenté, 30 qui comporte généralement au moins un générateur de tension continue nécessaire à son fonctionnement. La mise en œuvre de l'invention peut simplement consister à raccorder le générateur de tension continue à la fenêtre d'entrée 8 ou 9. La puissance électrique consommée par la mise en œuvre de l'invention étant quasi nulle, il n'est pas nécessaire de modifier le 35 générateur de tension. Cet avantage permet de mettre en œuvre simplement

l'invention sur un détecteur qui n'avait pas été conçu à cet effet. En d'autres termes, le rétrofit de détecteurs existant pour mettre en œuvre l'invention est chose facile.

La tension électrique appliquée à la fenêtre d'entrée 8 ou 9 peut 5 être continue ou modulée dans le temps de façon à suivre au plus près la valeur du potentiel appliqué au capteur 1, potentiel qui varie en fonction de la phase de fonctionnement du capteur 1 dans laquelle on se trouve. On distingue principalement deux phases, une phase d'acquisition et une phase de lecture du capteur 1. Pour plus de détail sur le fonctionnement d'un 10 capteur 1, on peut par exemple se référer à la demande de brevet français publiée sous le n° FR 2 760 585.

Avantageusement, le détecteur comporte des moyens pour que la tension soit appliquée de façon sensiblement uniforme à la fenêtre d'entrée 8, 9.

15 Plus précisément, la tension est appliquée à la fenêtre d'entrée 8 ou 9 par une ou plusieurs connexions selon la conductivité du matériau retenu pour réaliser la fenêtre d'entrée 8 ou 9. Par exemple, dans la première configuration, si le support 8 est une plaque d'aluminium, un nombre moins important de connexion ne sera nécessaire que si le support 8 est réalisé au 20 moyen d'un substrat polymère recouvert d'une couche métallique, qui peut être réalisée par dépôt chimique ou par pulvérisation.

Les figures 3, 4 et 5 représentent des exemples de réalisation de connexion électrique de la fenêtre d'entrée 8 ou 9 dans le cas où cette 25 fenêtre d'entrée est recouverte d'une fenêtre additionnelle 10. Ces trois figures ne représentent qu'une seule connexion électrique. Il est bien entendu possible de réaliser plusieurs connexions semblables pour la même fenêtre d'entrée 8 ou 9, afin d'améliorer l'uniformité du potentiel appliqué à la fenêtre d'entrée 8 ou 9 par la tension électrique.

Sur les figures 3a et 3b, les moyens pour appliquer la tension 30 électrique comportent une jonction électrique 20 traversant la fenêtre additionnelle 10. La figure 3a représente en perspective la jonction électrique 20 et la figure 3b représente en coupe cette même jonction 20.

Plus précisément, la jonction électrique 20 comporte un matériau conducteur connecté à la fenêtre d'entrée 8 ou 9, par exemple au moyen 35 d'une colle conductrice. Le matériau remplit un trou 21 réalisé dans la fenêtre

additionnelle 10 et débouche à l'extérieur du détecteur sur une face 22 de la fenêtre additionnelle 10 opposée à celle 23 en contact avec la fenêtre d'entrée 8 ou 9. Le matériau est avantageusement choisi de telle sorte que son coefficient de dilatation thermique soit proche de celui de la fenêtre additionnelle 10. Par exemple, si la fenêtre additionnelle est en verre, le matériau retenu peut être un alliage de fer, nickel et cobalt tel que par exemple du dilver ou du kovar. Le passage de la jonction électrique 20 au travers de traversant la fenêtre additionnelle 10 est étanche. L'étanchéité est par exemple assurée au moyen d'une colle.

Sur les figures 4a et 4b, les moyens pour appliquer la tension électrique comportent un passage conducteur 30 traversant le joint de scellement 11.

La figure 4a représente en perspective le passage conducteur 30 et la figure 4b représente en coupe ce même passage 30. Plus précisément, le passage conducteur 30 est réalisé dans un matériau conducteur et sa liaison avec le joint de scellement 11 est étanche. Le passage conducteur est raccordé à l'intérieur du détecteur à la fenêtre d'entrée 8 ou 9 par exemple par collage. Par l'extérieur du détecteur, on applique au passage conducteur 30 la tension électrique.

Sur les figures 5a et 5b, les moyens pour appliquer la tension électrique comportent une piste 40 réalisée sur le capteur photosensible 1. La figure 5a représente en perspective la piste 40 et la figure 5b représente en coupe cette même piste 40. Plus précisément, la piste 40 est, par exemple, réalisée directement sur le capteur 1 ou plus exactement sur son substrat. La piste 40 est raccordée à l'intérieur du détecteur à la fenêtre d'entrée 8 ou 9 au moyen d'un plot 41, conducteur qui peut être collé à la fois sur la piste 40 et sur la fenêtre d'entrée 8 ou 9. Comme précisément, on applique, par l'extérieur du détecteur, à la piste 40 la tension électrique. L'étanchéité autour la piste 40 est assurée par le joint de scellement 11.

REVENDICATIONS

1. Détecteur de rayonnement X à l'état solide comportant un capteur photosensible (1), un scintillateur (5) transformant le rayonnement X en un rayonnement auquel le capteur (1) est sensible, et une fenêtre d'entrée (8, 9) traversée par le rayonnement X en amont du scintillateur (5),
5 caractérisé en ce que le détecteur comporte des moyens pour appliquer une tension électrique entre la fenêtre d'entrée (8, 9) et le capteur photosensible (1).
2. Détecteur de rayonnement X selon la revendication 1,
10 caractérisé en ce que le scintillateur (5) comporte un support (8) et une substance scintillatrice (7), en ce que le support (8) est distinct du capteur (1), et en ce que le support (8) forme la fenêtre d'entrée du capteur (1).
3. Détecteur de rayonnement X selon la revendication 1,
15 caractérisé en ce que le scintillateur (5) comporte une substance scintillatrice (7), en ce que le capteur (1) est utilisé comme support de la substance scintillatrice (7), en ce qu'une feuille (9) de protection du scintillateur (5) recouvre la substance scintillatrice (7) et ce que la feuille (9) forme la fenêtre d'entrée du capteur (1).
20
4. Détecteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour que la tension soit appliquée de façon sensiblement uniforme à la fenêtre d'entrée (8, 9).
- 25 5. Détecteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la tension électrique est modulée dans le temps.
- 30 6. Détecteurs selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une fenêtre additionnelle (10) est posée sur le scintillateur (5), sans être fixée au scintillateur (5) et en ce qu'un joint de scellement (11) étanche à l'humidité fixe la fenêtre additionnelle (10) et le capteur (1).

7. Détecteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens pour que la tension soit appliquée de façon sensiblement uniforme comportent une jonction électrique (20) traversant la fenêtre additionnelle (10).

5

8. Détecteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens pour que la tension soit appliquée de façon sensiblement uniforme comportent un passage conducteur (30) traversant le joint de scellement (11).

10

9. Détecteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens pour que la tension soit appliquée de façon sensiblement uniforme comportent une piste (40) réalisée sur le capteur photosensible (1).

15

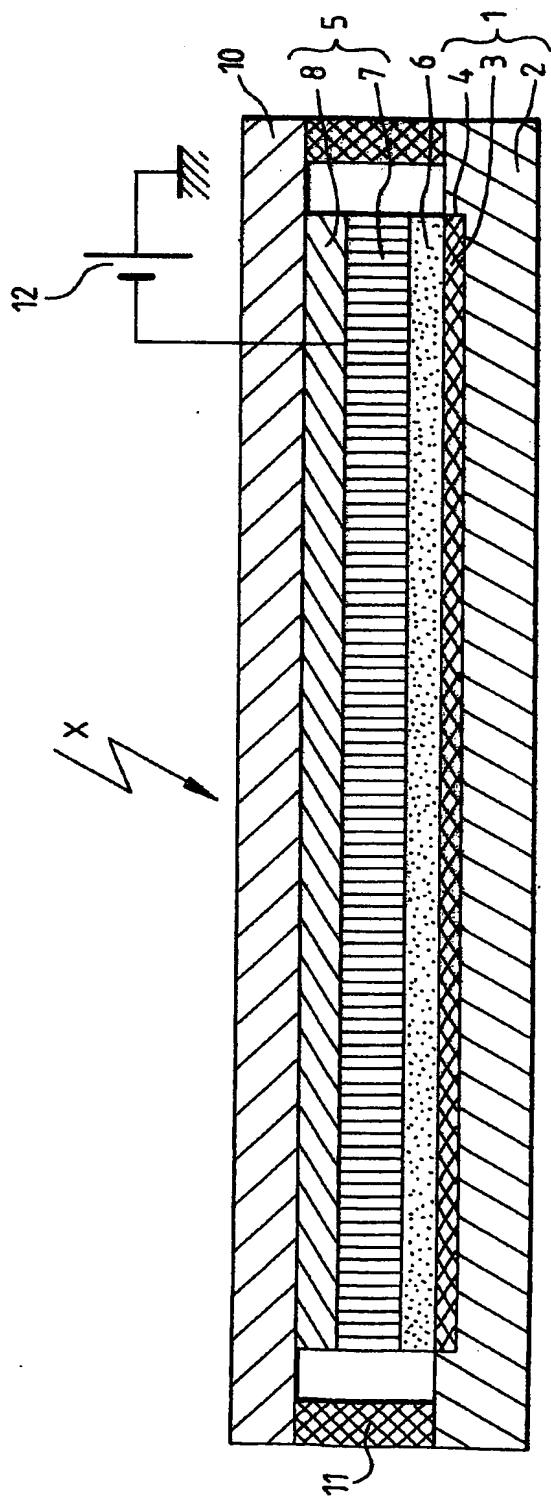


FIG.1

2/5

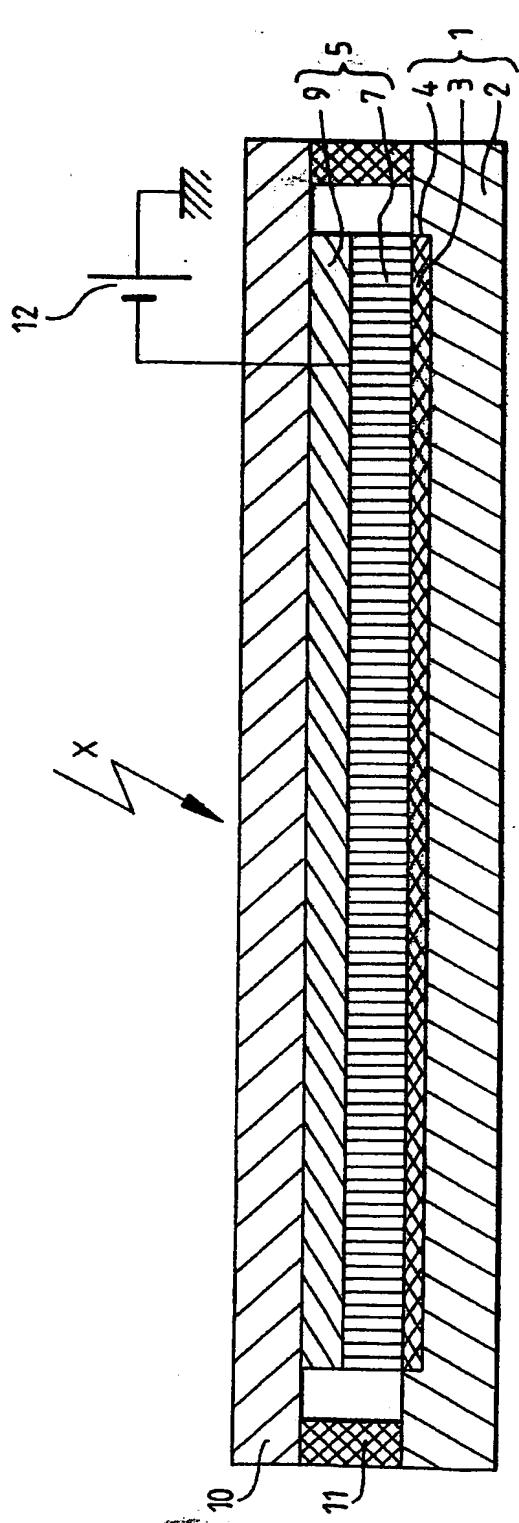


FIG. 2

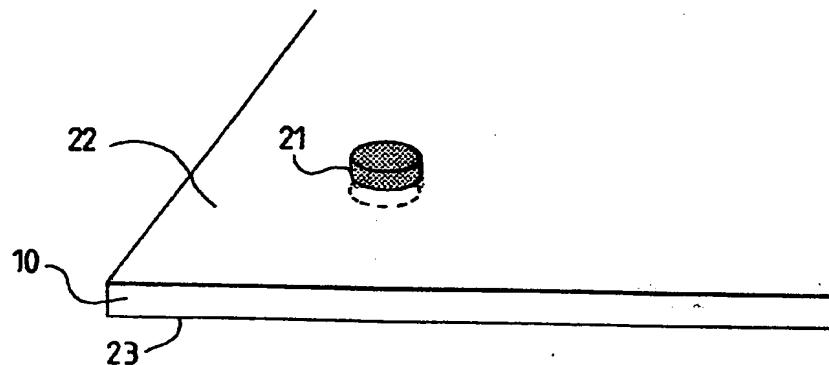


FIG. 3a

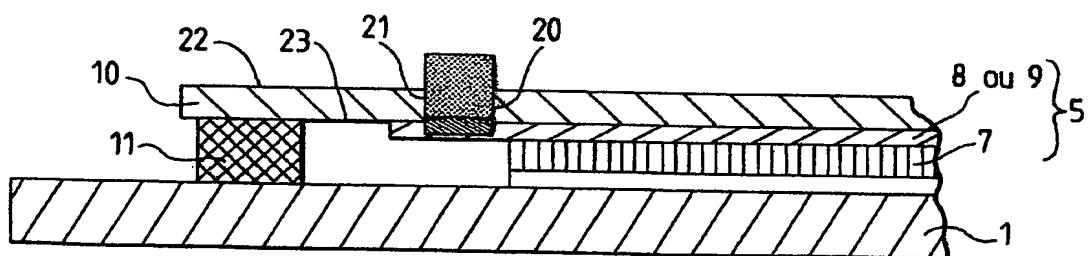
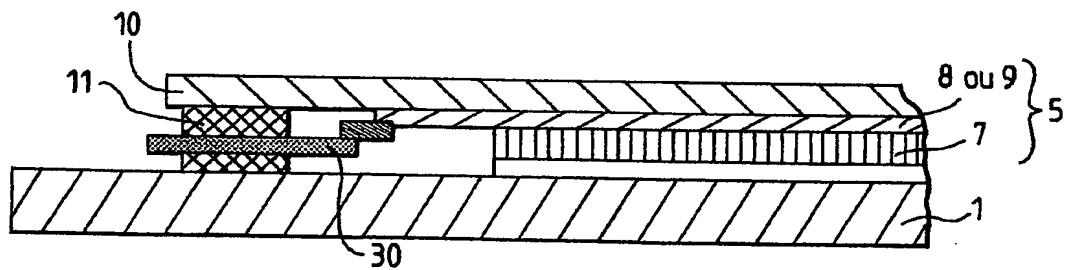
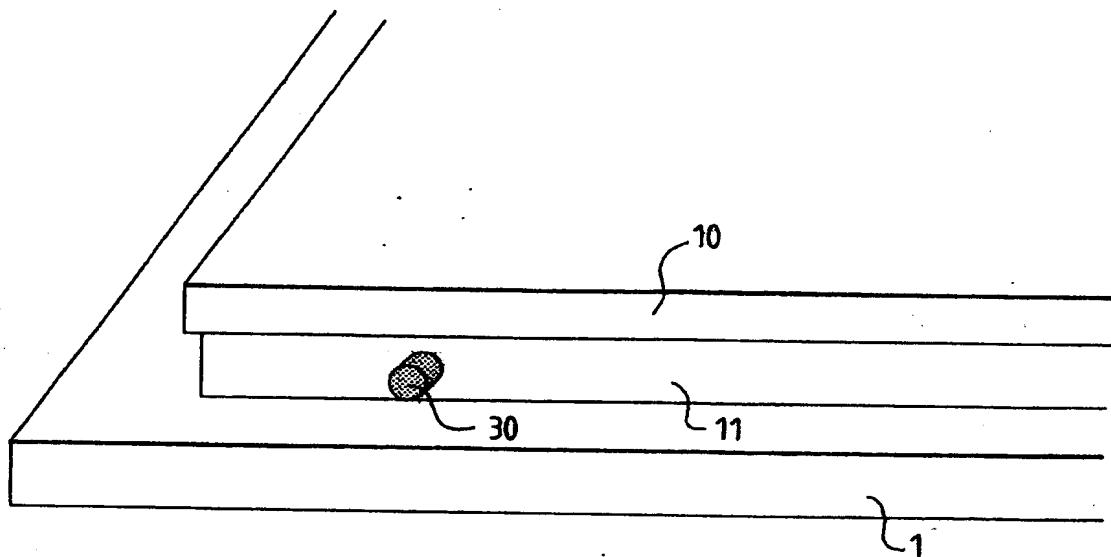


FIG. 3b



5/5

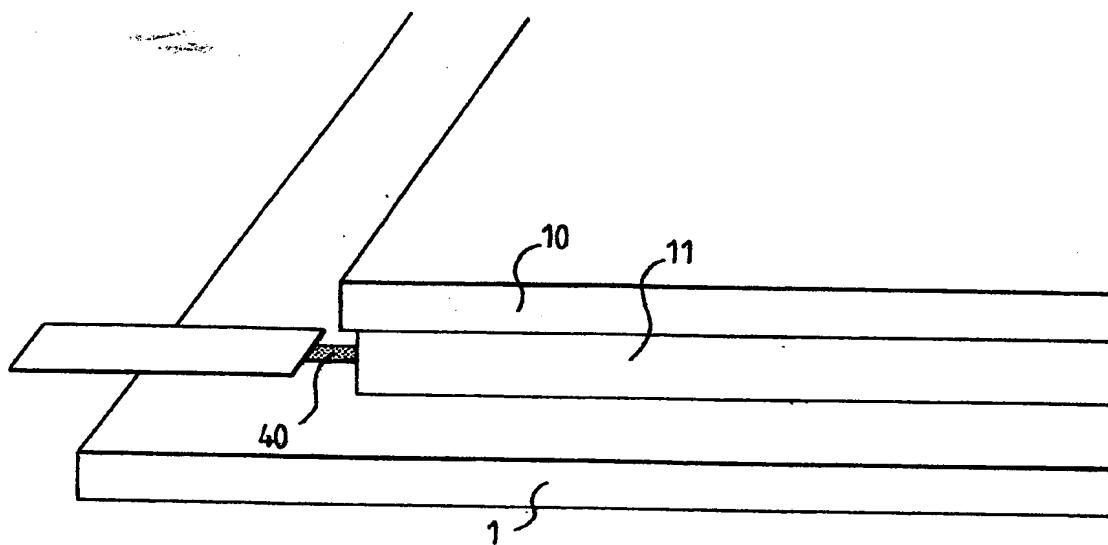


FIG. 5a

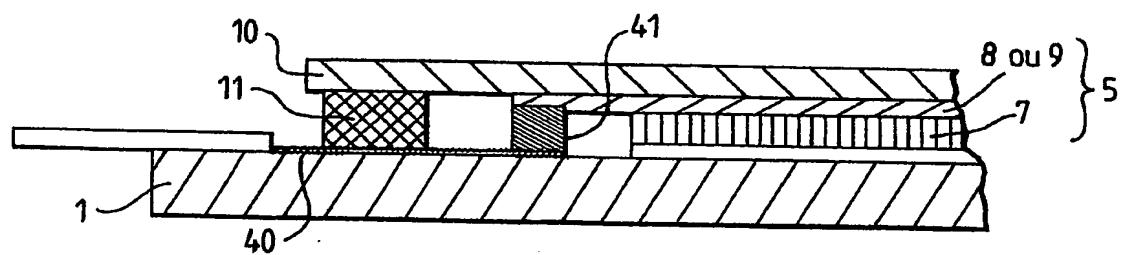


FIG. 5b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/51016

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 **G01T1/20**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 **G01T**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A, P	FR 2 831 671 A (TRIXELL SAS) 2 May 2003 (2003-05-02) cited in the application abstract; figure 1	1
A	FR 2 758 654 A (THOMSON TUBES ELECTRONIQUES) 24 July 1998 (1998-07-24) cited in the application abstract; figure 3F	1
A	US 5 932 880 A (KAKIBAYASHI HIROSHI ET AL) 3 August 1999 (1999-08-03) abstract column 5, line 27 - line 42; figures 3,7	1
A	FR 2 758 656 A (THOMSON TUBES ELECTRONIQUES) 24 July 1998 (1998-07-24) cited in the application	
	-/-	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search	Date of mailing of the International search report
12 May 2004	21/05/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Anderson, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/51016

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 605 166 A (THOMSON CSF) 15 April 1988 (1988-04-15) cited in the application	
A	FR 2 760 585 A (THOMSON TUBES ELECTRONIQUES) 11 September 1998 (1998-09-11) cited in the application	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/51016

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
FR 2831671	A	02-05-2003		FR 2831671 A1 WO 03036329 A1		02-05-2003 01-05-2003
FR 2758654	A	24-07-1998	FR	2758654 A1		24-07-1998
US 5932880	A	03-08-1999	DE JP	19719718 A1 10054878 A		13-11-1997 24-02-1998
FR 2758656	A	24-07-1998	FR EP WO JP US	2758656 A1 0960442 A1 9832180 A1 2001509318 T 6335528 B1		24-07-1998 01-12-1999 23-07-1998 10-07-2001 01-01-2002
FR 2605166	A	15-04-1988	FR	2605166 A1		15-04-1988
FR 2760585	A	11-09-1998	FR EP WO US	2760585 A1 0965224 A1 9841010 A1 6686959 B1		11-09-1998 22-12-1999 17-09-1998 03-02-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

mande Internationale No
PCT/EP 03/51016

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 GO1T1/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 GO1T

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A, P	FR 2 831 671 A (TRIXELL SAS) 2 mai 2003 (2003-05-02) cité dans la demande abrégé; figure 1	1
A	FR 2 758 654 A (THOMSON TUBES ELECTRONIQUES) 24 juillet 1998 (1998-07-24) cité dans la demande abrégé; figure 3F	1
A	US 5 932 880 A (KAKIBAYASHI HIROSHI ET AL) 3 août 1999 (1999-08-03) abrégé colonne 5, ligne 27 - ligne 42; figures 3,7	1
	----- -----	-----

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

12 mai 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/05/2004

Norm et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Anderson, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Recherche internationale No
PCT/EP 03/51016

C(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 758 656 A (THOMSON TUBES ELECTRONIQUES) 24 juillet 1998 (1998-07-24) cité dans la demande -----	
A	FR 2 605 166 A (THOMSON CSF) 15 avril 1988 (1988-04-15) cité dans la demande -----	
A	FR 2 760 585 A (THOMSON TUBES ELECTRONIQUES) 11 septembre 1998 (1998-09-11) cité dans la demande -----	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Recherche Internationale No

PCT/EP 03/51016

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2831671	A	02-05-2003	FR WO	2831671 A1 03036329 A1	02-05-2003 01-05-2003
FR 2758654	A	24-07-1998	FR	2758654 A1	24-07-1998
US 5932880	A	03-08-1999	DE JP	19719718 A1 10054878 A	13-11-1997 24-02-1998
FR 2758656	A	24-07-1998	FR EP WO JP US	2758656 A1 0960442 A1 9832180 A1 2001509318 T 6335528 B1	24-07-1998 01-12-1999 23-07-1998 10-07-2001 01-01-2002
FR 2605166	A	15-04-1988	FR	2605166 A1	15-04-1988
FR 2760585	A	11-09-1998	FR EP WO US	2760585 A1 0965224 A1 9841010 A1 6686959 B1	11-09-1998 22-12-1999 17-09-1998 03-02-2004